

論文審査の要旨及び担当者

No.1

報告番号	甲 乙 第	号	氏 名	李 建佑
論文審査担当者	主 査	政策・メディア研究科委員	環境情報学部教授	田中 浩也
	副 査	政策・メディア研究科委員	兼環境情報学部准教授	水野大二郎
		政策・メディア研究科委員	兼環境情報学部教授	加藤文俊
		慶應義塾大学 看護医療学部	准教授	宮川祥子
		慶應義塾大学 医学部	教授	中村雅也
学力確認担当者：				
<p>李くんの博士論文は「On-demand Digital Customization for Perfect-fit Medical Product -Distributed Design Agent Approach」と題され、全9章からなる。</p> <p>第1章では本研究の背景が説明される。複雑な形状をひとつからでもカスタム製造することに特徴を持つ3Dプリンティング技術の、最も有効な利活用先として期待される領域が医療である。必ずしも体内を扱う侵襲的なものでなく、身体の外側に装着する非侵襲的なプロダクトであっても、その期待値は高い。たとえば3Dプリント製のギプスは、従来のような匂いが無く、かつ通気性が高く、保持安定性も向上させることができるために、3Dプリンティング技術の可能性を示すサンプルとして過去より展示されてきた。</p> <p>しかしながら、実際の臨床の現場で患者に合わせた個別の3Dプリンティング品を提供するためには、3Dスキャンからパラメータ調整、3Dプリントまで、デジタルデータを編集加工するための複雑なプロセスを経ることになり、医療従事者にとって全く新しい行為であるために、現在のまま導入することは難しい。そこでデザイナー兼エンジニアと医療従事者が双方の役割を理解したうえで、現場で必要となる新たなツール（ソフトウェア）を互いの専門知識を交換しながら共同で開発し、臨床の現場における適切なプロセスを再構築することが研究課題として定義される。</p> <p>第2章は関連研究であり、近年の3Dプリンティングの医療への応用の中で、特に個別一品生産を実現する際のデジタルデータの編集加工の問題を扱った研究を時系列にまとめ、本研究の学術的な立ち位置を明らかにした。特に、医療従事者がデジタルツールを扱う際の困難が現場での障害となっていることが文献調査からも明らかにされた。</p> <p>第3章はデザインプロセスであり、現状3Dプリンティング品を提供するまでに行われる各種工程を整理している。特に、これまでの手作業による個別一品の制作とデジタルデータによる個別一品の制作を比較し、その共通点と差異を明らかにしている。</p> <p>第4章は提案するコラボレーションフレームワークの紹介である。デザイナー兼エンジニアと医療従事者が互いに知識を交換しあってツールを実装すること、また最終的に医療従事者自身がエージェントとなって患者に対して適切な3Dプリント品を提供する役割を担うという関係性が整理される。それぞれの立場において必要となるスキルセットとツールセットが明示される。</p>				

論文審査の要旨及び担当者

No.2

第5章はデジタルデザインツールである。3D スキャンデータをもとに変形を加えながら、身体形状に沿ったプロダクトを制作するまでの工程がソフトウェア上で実装される。ここで医療従事者が手作業で入力するランドマークについても述べられる。また、ソフトウェアの使い方を訓練するためのトレーニングカリキュラムについても示される。

第6章では実験である。提案するフレームワークの有用性を確認するため、ひとつは腕用のギプス、もうひとつは、顔にぴったりあうマスクを制作する実験を、医療従事者とともに行うことが述べられ、それぞれにおける現場の課題が明らかにされる。

第7章と第8章は実験の分析と評価である。まず3D プリント品が「プロダクト」として機能的に問題なく利用できるレベルになっているかの確認がなされる。本実験では、細胞毒性テストと皮膚刺激性テストを通過し認証を得た軟質エラストマー材を用いて3Dプリントを行っているが、これらの安全性についても確認がなされる。次に医療従事者がソフトウェアを操作しながら、臨床の現場でスムーズに作業を進めることができるかどうかの「プロセス」を確認するワークショップの様子が、詳細な分析とともに示される。実際に共同開発したソフトウェアを使用する中から、医療従事者がつまづきやすい点やコツがある点などが整理される。

第9章は結論である。本研究の学術的貢献と今後の課題が述べられ、またソフトウェアをオープン化することに伴う医療的なリスクについても精緻な議論が展開される。今後、本研究で制作した3D プリンティング品が実際に患者に適用されるためには、病院での認可が必要となるが、それに向けての新たな展望が述べられる。

本研究は、3D プリンティングの医療現場への具体的な実装可能性を追求し、デジタルツールの開発と実験を通じてデザイナー兼エンジニアと医療従事者に求められる新たな役割と関係性を明らかにした。

デザイン工学およびデザイン方法論の知見を基礎としながらも、異分野の知見を参照しながら執筆された博士論文は、最終的にデザインの専門家から見ても、医療の専門家から見ても学術的に十分な価値があると認められた。よって、本学位請求論文は博士（政策・メディア）の学位授与の要求水準を満たすものと認められる。